

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **64 969** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

[B23H 7/12 \(2006.01\)](#)[B23H 7/18 \(2006.01\)](#)**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 19.09.2011)  
Пошлина: учтена за 1 год с 15.03.2007 по 15.03.2008

(21)(22) Заявка: [2007109625/22](#), 15.03.2007(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
15.03.2007(45) Опубликовано: [27.07.2007](#) Бюл. № 21

Адрес для переписки:

622031, Свердловская обл., г. Нижний  
Тагил, ул. Красногвардейская, 59,  
Нижнетагильский технологический  
институт УГТУ-УПИ (ф), директору В.Ф.  
Пегашкину

(72) Автор(ы):

Астафьев Геннадий Иванович (RU),  
Файншмидт Евгений Михайлович (RU),  
Пегашкин Владимир Федорович (RU),  
Пилипенко Владимир Васильевич (RU),  
Журавлев Владимир Ильич (RU),  
Пилипенко Василий Францевич (RU),  
Крашенинников Дмитрий Александрович  
(RU),  
Журавлев Александр Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Уральский государственный  
технический университет-УПИ" (RU)

**(54) МАТРИЦА ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ПРОФИЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ**

(57) Реферат:

Полезная модель относится к прессовому производству, а именно к инструменту деформации для горячей пластической деформации титановых сплавов.

Технической задачей полезной модели является повышение работоспособности и стойкости инструмента деформации и качества обрабатываемого материала.

Техническая задача достигается тем, что на поверхность матрицы для прессования профилей из титановых сплавов специальными электродами наносят жаропрочный слой на основе высококобальтового сплава ВЗК, а на него наносят упрочняющее покрытие в виде двух легирующих электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем твердость нижнего электроэрозионного слоя выше твердости материала матрицы на 7-12 HRC, а твердость верхнего электроэрозионного слоя выше твердости материала матрицы на 12-22 HRC, а общая толщина электроэрозионных слоев не превышает 0,5 мм.

Полезная модель относится к прессовому производству, а именно к инструменту для горячей пластической деформации титановых сплавов.

Титан называют металлом будущего. По темпам развития производства титан превзошел алюминий и магний. Последнее объясняется тем, что титан и его сплавы наиболее полно удовлетворяют растущим требованиям ряда ведущих отраслей современной техники: авиации, ракетостроения, судостроения, химической промышленности, медицинской техники и др.

Обладая такими важными эксплуатационными качествами, как высокая удельная прочность при комнатной и повышенной до 600°C температурах и коррозионная стойкость во многих химически активных средах, титан и его сплавы в то же время удовлетворяют и основным критериям технологичности. Они пластичны, удовлетворительно обрабатываются резанием, достаточно хорошо свариваются. Кроме чисто природных качеств на технологичность титановых сплавов во многом влияет правильный выбор параметров обработки.

Наиболее распространенным методом производства полуфабрикатов из титановых сплавов является объемное деформирование в горячем состоянии и, в частности, такие широко применяемые процессы, как штамповка и прессование.

Однако каждый из указанных методов имеет существенные недостатки.

Например, при прессовании титановых сплавов со смазкой матрицы выходят из строя через каждые 10-15 прессовок. [1, М.З.Ерманок, Прессование титановых сплавов. М., Металлургия., 1979, с.120-135., 2, Л.А.Никольский, Горячая штамповка и прессование титановых сплавов., М., Машиностроение, 1975, 205 с.]

Основные недостатки процесса прессования связаны с наличием значительных по величине сил трения между деформируемым металлом и прессовым инструментом.

Известны способы упрочнения инструмента деформации, заключающиеся в том, что на предварительно подготовленную поверхность наносится износостойкое покрытие из нитрида титана, при этом образуется переходная зона между поверхностью инструмента и покрытием, величина которой влияет на сцепление покрытия с

материалом инструмента (3, П- 2062817, С23С 14/00, 14/26, опубл. 1996.06.27.).

Недостатком данного способа является то, что такой способ требует нагрева упрочняемого инструмента деформации, а с ростом температуры увеличивается толщина переходной зоны, что приводит к снижению прочности покрытия.

Известен инструмент с многослойным покрытием, содержащий инструментальную основу из твердого сплава и нанесение на нее трехслойного износостойкого ионно-плазменного покрытия, состоящего из верхнего слоя покрытия нитрида титана и нижнего слоя карбонитрида титана (4, пол. модель №23076, 7 С23С 14/ 32, опубл. 2002.05.20).

Наиболее близким к предлагаемому является инструмент с многослойным покрытием, содержащий инструментальную основу из твердого сплава и нанесенное на нее трехслойное износостойкое ионно-плазменное покрытие, состоящее из внешнего слоя покрытия нитрида титана TiN, нижнего слоя карбонитрида титана TiCN и дополнительно содержащий промежуточный слой, подвергнутый ионной бомбардировке.

В качестве материала промежуточного слоя выбран нитрид титана-алюминия TiAlN или нитрид титана - циркония TiZrN (5, 6, пол. модель №37721, 37722, 7 С23С 14/ 32, опубл. 2004.05.10).

Основными недостатками таких покрытий является то, что упрочняющие покрытия, обладающие хорошей адгезией к инструментальному материалу, имеют относительно низкую твердость и уровень сжимающих напряжений, либо имеют высокую микротвердость, но недостаточную прочность сцепления с инструментальной основой. В результате этого покрытие легко подвергается абразивному износу, в нем быстро зарождаются и распространяются трещины, приводящие к разрушению покрытия, что снижает стойкость инструмента деформации.

Спецификой прессования профилей из сплавов на основе титана являются:

- температура нагрева слитка около 1000°C;
- высокие усилия прессования, обусловленные высоким пределом текучести материала (при  $t=1000^{\circ}\text{C}$   $\sigma_T > 200$  МПа, в то время, как сталь при  $t=1200^{\circ}\text{C}$  имеет  $\sigma_T < 100$  МПа;

- высокий коэффициент трения пары Ti - сталь инструмента;
- склонность Ti к адгезионному схватыванию с железом инструмента.

Наибольший интерес при этом представляют методы, с помощью которых достигается значительное упрочнение поверхностных слоев инструмента. Основным достоинством поверхностной обработки инструмента деформации является сочетание высокой твердости и прочности поверхностного слоя с вязкостью и высокой пластичностью основы изделия.

Значительный эффект поверхностного упрочнения достигается за счет повышения не только твердости, но и износо- и коррозионной стойкости рабочей поверхности инструмента деформации.

Для реализации указанных достоинств в промышленных условиях представляют интересы методы упрочнения концентрированными потоками энергии, в том числе с использованием электрических разрядов.

Наиболее простым при этом является способ электроэрозионного легирования.

Электроэрозионное легирование особенно эффективно для повышения износостойкости инструмента деформации в условиях острейшего дефицита инструментальных сталей.

Техническим результатом полезной модели является повышение работоспособности и стойкости матриц для горячего прессования сплавов титана.

Технический результат достигается тем, что на матрицу наносят жаропрочный слой на основе высококобальтового сплава ВЗК, а на него наносят упрочняющее покрытие в виде двух электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем твердость нижнего электроэрозионного слоя выше твердости материала матрицы на 7-12 HRC, а твердость верхнего электроэрозионного слоя выше твердости материала матрицы на 12-22 HRC, а общая толщина упрочненного слоя не превышает 0,5 мм.

Полезная модель поясняется чертежом - фиг.1, на котором показана матрица для прессования сплавов титана с электроэрозионным покрытием (ЭИП).

Матрица для прессования состоит из основного материала 1, изготовленного из инструментальной стали и нанесенных жаропрочного 2 и электроэрозионного покрытий, причем ЭИП выполнено в виде двух слоев 3 и 4, которые имеют разную твердость.

Для осуществления предлагаемого технического решения матрицу подвергают сначала наплавке жаропрочным высококобальтовым сплавом

ВЗК с последующим нанесением 2-х слойного электроэрозионного покрытия известными способами. В зависимости от исходных физико-химических свойств обрабатываемой поверхности устанавливают режимы обработки и вид легирующего материала-электрода.

В процессе электроэрозионного легирования материал электрода переносится на обрабатываемую поверхность матрицы, образуя слой высокопрочного покрытия из легирующего материала.

Преимущество заявленного технического решения заключается в том, что качественный и количественный состав жаростойкого, теплопроводного материала, используемого в качестве нижнего слоя ЭИП обеспечивает образование неограниченного твердого раствора с материалом матрицы и жаропрочной наплавкой, а состав износостойкого верхнего слоя образует неограниченный твердый раствор с материалом нижнего слоя, что в первом и во втором случае обеспечивает хорошую сцепляемость.

Нижний слой электроэрозионного покрытия (ЭИП), имеющий высокую жаростойкость до 1000°C и теплопроводность, соответствующую материалу матрицы и наваренному слою, обеспечивает изменение внутренних напряжения растяжения и напряжения сжатия, а также равномерность распределения толщины слоя покрытия.

Материал верхнего слоя ЭИП обеспечивает повышенную износостойкость, локализацию пор покрытия (улучшает сплошность покрытия) и способствует быстрому периоду приработки.

В момент соприкосновения электрода с обрабатываемой поверхностью возникают большие токи короткого замыкания и электрод начинает греться, и, если не производить охлаждения, то электрод может раскалиться и будет происходить налипание капелек материала электрода на деталь.

Кроме того происходит окисление нагретого электрода за счет взаимодействия с кислородом воздуха, что приводит к быстрому износу электрода.

Для устранения этого недостатка предлагается производить охлаждение электрода охладителем. В качестве охладителя используют сжатый воздух или нейтральный газ, который подают к электроду через специальное сопло.

Пример конкретного использования

Опытные испытания упрочненных цельнометаллических матриц проводились на заводе ВСМПО, г.Верхняя Салда, Свердловской обл.

Долгое время на заводе использовались матрицы, собранные из двух половинок. Наплавка упрочняющего слоя производилась вручную вольфрамовыми электродами. После обточки и обработки обе полуматрицы собирались в бандаж, производилась проточка необходимого диаметра и затем выполнялась горячая опрессовка титановых сплавов.

Однако матрицы, собранные из половинок имели ряд недостатков:

- тратилось много времени на обработку и сборку матрицы;
- в случае внедрения частиц вольфрамового слоя в титановый профиль металл отбраковывался;

- при длительной работе между полуматрицами возникал зазор, в который затекал горячий металл, что приводило к появлению так называемого "ламаса", который необходимо было убирать методом абразивной зачистки заготовки.

После чего было предложено перейти на цельнометаллические матрицы.

Цельнометаллические матрицы для прессования профилей из титанового сплава диаметром 152,5 мм были изготовлены из материала 5 ХНМ. Твердость материала матрицы составляла 42-45 HRC. На поверхность матриц наносили методом наплавки упрочняющее покрытие из высококобальтового сплава ВЗК. Затем поверхность отшлифовали до шероховатости Ra - 2,5 мкм.

После чего на наплавленный слой нанесли 2-х слойное электроэрозионное покрытие. Сначала нанесли упрочняющий слой на основе сплава - сормайт (Cr - 30%, C - 2,5%, остальное железо).

Второй упрочняющий слой формировали на этой же электроискровой установке при том же расположении вибрирующего электрода. Для образования второго слоя использовали электроды из материала сплавов ВК-6, обеспечивающий быстрый период приработки, закрытие пор, образованных в слое, повышенную температуру плавления и теплопроводность по сравнению с материалом матрицы.

При нанесении упрочняющих покрытий в зону контакта электрода с деталью через специальное сопло подавали сжатый воздух.

Микроисследованиями установили, что вся поверхность имела равномерное электроэрозионное покрытие, между отдельными участками разрывов не наблюдалось.

Для экспериментальных проработок предлагаемого технического решения была изготовлена опытная партия из 30 матриц для прессования титановых сплавов.

Исследования режимов электроэрозионного покрытия инструмента деформации из инструментальных марок сталей с применением тугоплавких электродов типа ВК6, ВК8, ВК15, Ni-Cr, T15K6, Cr, сормайт и др., показали, что наилучшие показатели по износостойкости матриц были получены, когда твердость нижнего электроэрозионного слоя была выше твердости материала матрицы на 7-12 HRC, а твердость второго слоя была выше твердости материала матрицы на 12-22 HRC, а толщина 2-х слойного покрытия не превышала 0,5 мм.

Проведенные опытные испытания упрочненного инструмента приведены в таблице.

Таблица №1			
Способ упрочнения	Легирующий материал	Время работы матрицы (кол-во опрессовок)	Коэффициент износостойкости
2-х слойное электроэрозионное	- ВК-6 - верхний слой,	54	3,17
	- сормайт - нижний слой		
ионно-плазменное покрытие (по прототипу)	- TiN - верхний слой,	38	2,2
	- TiAlN, TiZrN - промежуточный слой,		
	- TiCN - нижний слой.		
однослойное электроэрозионное покрытие	сормайт	42	2,5
контрольные без упрочнения	-	17	1,00

Как видно из приведенных в таблице №1 данных, коэффициент износостойкости матриц для прессования, обработанных по предлагаемому техническому решению выше в 2,5-3,1 раза в сравнении с обычным термозакаленным инструментом и в 1,13-1,4 раза выше обработанных по способу-прототипу.

Предлагаемое техническое решение позволяет существенно повысить износостойкость и жаропрочность матриц для титановых сплавов, сократить расход дорогостоящих инструментальных материалов, что существенно повышает эффективность применения инструмента.

Таким образом заявляемое техническое решение полностью выполняет поставленную задачу.

Достоинством данного технического решения является:

- высокая прочность сцепления нанесенного материала электрода с инструментальной основой матриц за счет взаимного диффузионного механического перемешивания;
- возможность локального нанесения покрытия без специальной защиты остальной поверхности;
- отсутствие изменений физико-механических свойств матриц;
- уменьшение адгезионного схватывания Ti с материалом инструмента деформации.

Проведенный анализ уровня техники, включающий поиск по патентам и научно-технической информации и выявление источников, содержащих сведения об аналогах заявляемого технического решения, позволил установить, что заявитель не обнаружил источников, характеризующихся признаками, тождественным всем существенным признакам заявляемой полезной модели.

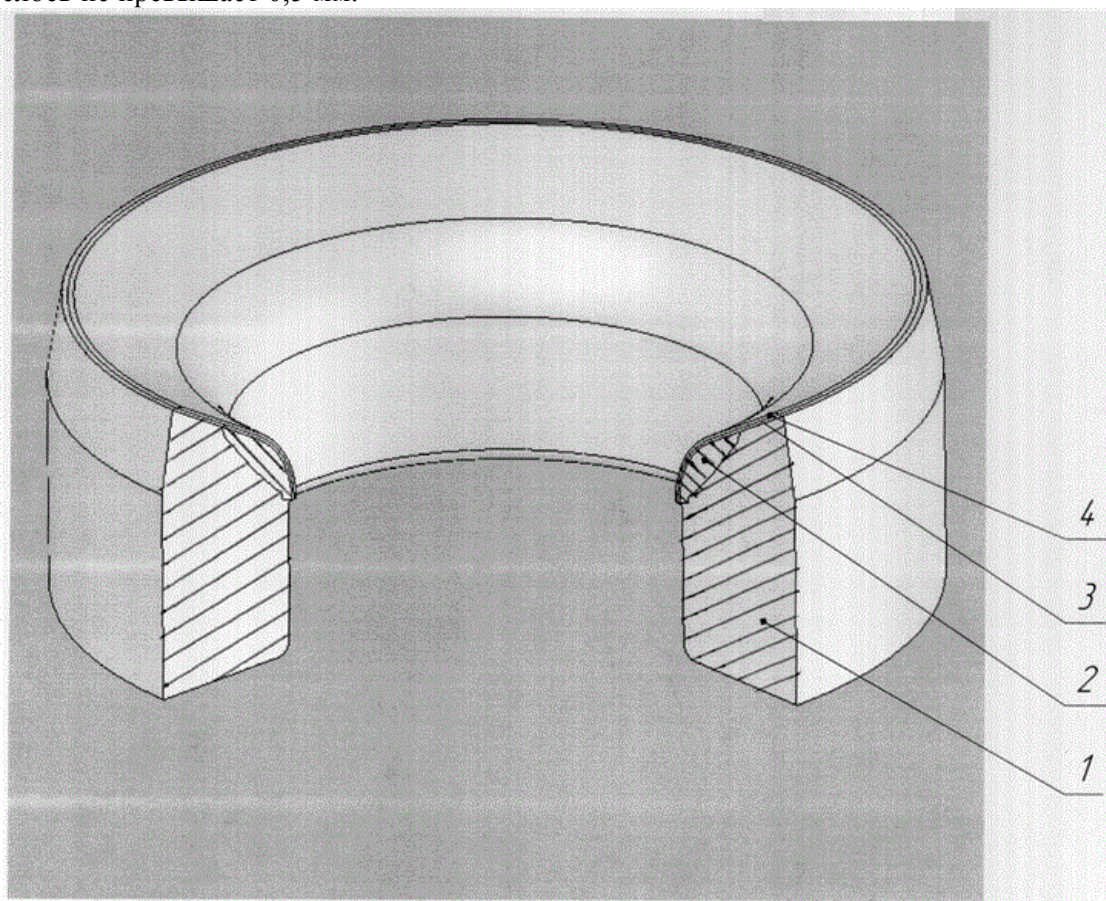
Следовательно, заявляемая полезная модель соответствует критерию "новизна".

Заявляемая полезная модель может быть реализована промышленным способом в условиях серийного производства промышленным способом в условиях серийного производства с использованием известных технических средств, технологий и материалов и отвечает требованиям критерия "промышленная применимость".

#### Формула полезной модели

1. Матрица для прессования профилей из титановых сплавов, содержащая основу из легированной инструментальной стали и нанесенное на нее износостойкое упрочняющее покрытие из сплавов и металлов, отличающаяся тем, что упрочняющее покрытие выполнено в виде жаропрочного слоя на основе высококобальтового сплава ВЗК и двух электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем твердость нижнего электроэрозионного слоя выше твердости материала матрицы на 7-12 HRC, а твердость верхнего электроэрозионного слоя выше твердости материала матрицы на 12-22 HRC.

2. Матрица по п.1, отличающаяся тем, что общая толщина электроэрозионных слоев не превышает 0,5 мм.



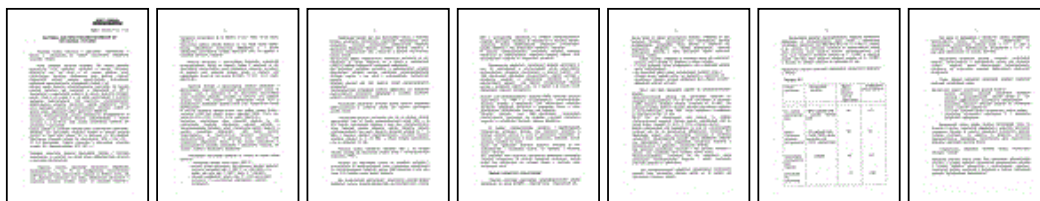
#### ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:

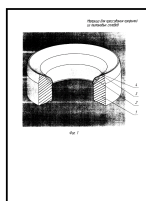


Описание:





Рисунки:



## ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ1К - Досрочное прекращение действия патента (свидетельства) Российской Федерации на полезную модель из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента (свидетельства) в силе**

(21) Регистрационный номер заявки: [2007109625](#)

Дата прекращения действия патента: **16.03.2008**

Извещение опубликовано: [27.09.2010](#)      БИ: 27/2010